

3. Бершадский А.Л., Цветкова Н.И. Резание древесины: учеб. пособие [для студентов ВТУЗОВ по специальности «Машины и механизмы лесной и деревообрабатывающей промышленности»]. Минск: Вышэйшая школа. № 75. 304 с.

4. Костюк О.И. Результаты экспериментальных исследований по определению касательной составляющей силы резания при шлифовании древесины // Труды БГТУ. Минск: БГТУ, 2016. № 2 (184). С. 281–284.

УДК 674.914:674.338

И.К. Клепацкий, В.В. Раповец

(I.K. Klepackij, V.V. Rapovets)

(БГТУ, г. Минск, РБ)

E-mail для связи с авторами: dosy@bstu.unibel.by

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ НОЖЕЙ ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩИХ СТАНКОВ

INCREASE OF WEAR RESISTANCE OF KNIVES OF CHIPPER-CUTTER MACHINE TOOLS

В статье рассмотрена технология фрезерования малоножевыми торцово-коническими фрезами, её специфика и проблематика [1–8].

Проведён анализ известных на данный момент технологий упрочнения поверхности дереворежущих ножей из легированной стали. Изучены изменения, происходящие в структуре металла. Учитывая технические возможности реализации проведения экспериментальных исследований в лабораториях республики, предложены несколько вариантов технологий по улучшению показателей стойкости дереворежущего инструмента, применяемого на малоножевых фрезях фрезерно-брусующих станков отечественных деревообрабатывающих предприятий.

Changing the working conditions of the tool in each particular case leads to a change in the characteristics of the cutting process. To optimize high-speed processes it is necessary to model and develop methods for constructing the main dependencies of the technical and economic characteristics of such processes [1–8].

The article deals with the technology of milling with small knife end-conical mills, its specialty and problems.

The analysis of currently known technologies for hardening the surface of wood-cutting knives from alloy steel is carried out. The changes occurring in the structure of the metal are studied. Taking into account the technical possibilities of carrying out experimental research in the laboratories of the republic, several variants of technologies for improving the indices of the durability of the woodcutting tool used on small knife milling cutters of milling and baling machines of domestic de-processing enterprises are proposed.

Постоянно возрастающие требования в области энергосбережения, реализации новых ресурсосберегающих технологий и материалов, высокоэнергетических технологий обработки материалов и методологии рационального природопользования представляют собой первостепенную задачу для лесной и деревообрабатывающей промышленности многих стран. Сюда включаются увеличение объемов выпускаемой пилопродукции и технологической щепы, производства плитных материалов (ДСтП, ДВП, МДФ и др.).

Существенный вклад в решение обозначенных проблем вносят методы комплексной (агрегатной) обработки древесины, получившие широкое распространение не только в Республике Беларусь, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья.

Эти методы предусматривают попутное получение пилопродукции (двухкантный и четырехкантный брус, обрезные и необрезные доски) из центральной зоны бревна и технологической щепы из боковой горбыльной его зоны. При этом исключается необходимость в транспортировке кусковых отходов. Применение таких методов позволяет увеличивать производительность труда, более полно использовать лесосырьевые ресурсы и в целом упростить технологический процесс. Такие методы обработки древесины наиболее технологичны и экономически оправданы. Из древесины (бревен) целесообразно получать мелкую пилопродукцию, а оставшуюся часть перерабатывать на технологическую щепу. Если на самых лучших рубильных машинах из реек получают до 90 % технологической щепы, пригодной для варки целлюлозы, то щепа от агрегатных установок пригодна для этих целей почти полностью.

В Беларуси и других странах к настоящему времени проведен ряд научных исследований по вопросам улучшения работы агрегатного оборудования. Однако все возрастающие требования к качеству продукции из древесины, рациональное и экономное использование сырья требуют новых разработок, направленных на совершенствование агрегатного оборудования, улучшение показателей его работы, а также создание новых образцов агрегатов, позволяющих более эффективно перерабатывать древесное сырье.

Длина щепы при фрезеровании определяется величиной подачи. Частицы древесины скалываются вдоль волокна передней гранью ножа (рис. 1).

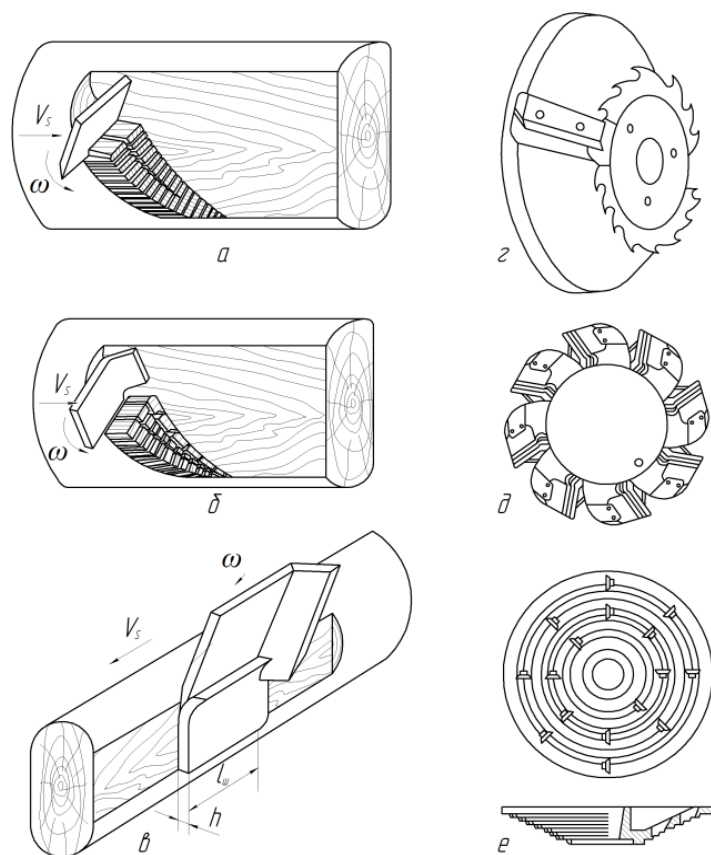


Рис. 1. Схема образования элементов щепы малоножевыми и многолезцовыми фрезами

Толщина щепы непостоянна при обработке малоножевыми фрезами (рис. 1, а). Она зависит от состояния сырья, физико-механических свойств древесины и других факторов. При таком виде фрезерования поверхность бруса образуется не резанием, а скалыванием частиц. Отделяемые от бруса вдоль волокон частицы создают на его поверхности характерные неровности. В малоножевых торцово-конических фрезах для улучшения качества поверхности бруса дополнительно устанавливаются зачистные пильные диски (рис. 1, з), которые засоряют щепу опилками.

Другая конструкция малоножевой фрезы снабжена двухлезвийным Г-образным ножом (рис. 1, д). Один конец плоского ножа здесь отгибается на длину щепы и образует второе, короткое, лезвие, которое должно быть строго параллельно пласти бруса. При фрезеровании бревен таким ножом (рис. 1, б) длинное лезвие перерезает древесину поперек волокон и скалывает частицы, а короткое подрезает щепу вдоль волокон у пласти бруса. Благодаря этому улучшается не только качество поверхности бруса, но и щепы, которая не засоряется опилками.

На практике получили распространение многорезцовые торцово-конические фрезы (рис. 1, е), которые позволяют получать щепу с заданной не только длиной, но и толщиной. Такие фрезы также имеют Г-образные ножи, однако образование элементов щепы здесь происходит иначе (рис. 1, в). Ножи, расположенные с превышением на толщину щепы, последовательно входят в древесину один за другим. Длинное лезвие движется параллельно пласти бруса и отрезает тонкий слой древесины, равный заданной толщине щепы. Короткое лезвие перерезает древесину поперек волокна и скалывает частицы заданной длины. Процесс измельчения древесины в щепу таким резцом представляет собой комбинацию лущения и торцово-поперечного. резания. Высокая скорость фрезерования в сочетании с малой толщиной срезаемого слоя древесины улучшает чистоту обработки поверхности бруса. Однако качество щепы, которую называют иногда параллельной, снижается (рис. 1).

Традиционно режущий инструмент фрезерно-брусующих станков изготавливают из различных инструментальных сталей, например, углеродистой стали У8А, инструментальных легированных сталей 6ХС и 9ХС повышенной прокаливаемости, применяются высоколегированные стали марок 4Х5МФ, 55Х6В3СМ и 55Х7ВСМФ. Для фрезерно-брусующих станков также рекомендуются легированные инструментальные стали марок 6Х6В3МФС и 5Х3В3МФС. Инструмент подвергают термической обработке с обеспечением твердости в единицах по HRC 57-61.

Малоножевая торцово-коническая фреза представляет собой стальной корпус в форме усеченного конуса 1, установленными на нём пильными секторами 2 для предотвращения появления опережающих трещин. Как следствие, улучшается качество щепы и поверхности обработки, ножа (рис. 2) из легированной стали 3 (рис. 3).

Малоножевые торцово-конические фрезы позволяют получать щепу наиболее высокого качества, которая по своим параметрам близка к щепе от рубительных машин. Объемная масса щепы здесь составляет 155–156 кг/м³, а от рубительных машин – 158,6.

Изнашивание дереворежущего инструмента является сложным процессом и одной из особенностей выделяют вовлечение в износ тонких поверхностных слоёв и развитие его в локальных зонах, расположенных у режущей кромки инструмента. Данная характеристика процесса предопределяет необходимость упрочнения режущего инструмента в зонах с активным износом, так как за их границами свойства материала не играют роли в затуплении инструмента. С точки зрения экономии материальных, трудовых и энергетических ресурсов упрочняющей обработке по улучшению свойств материала следует подвергать только локальную поверхность инструмента, непосредственно участвующую в резании. Тем не менее при заточке ножей необходимо удалять металл по всей длине лезвия, что нерационально (рис. 4).



Рис. 2. Нож из легированной стали

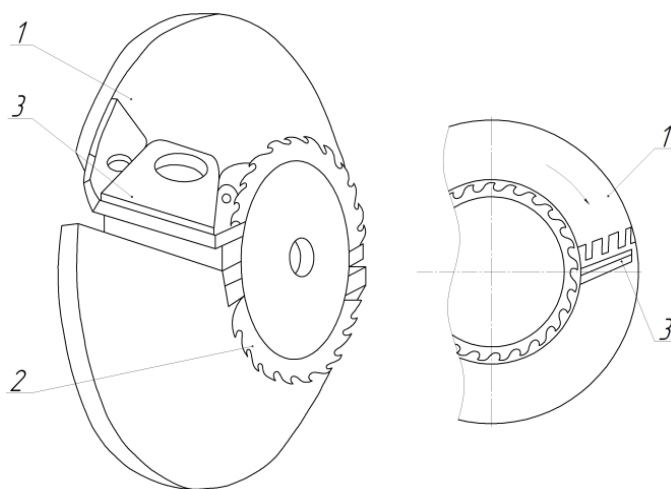


Рис. 3. Малоножевая торцово-коническая фреза

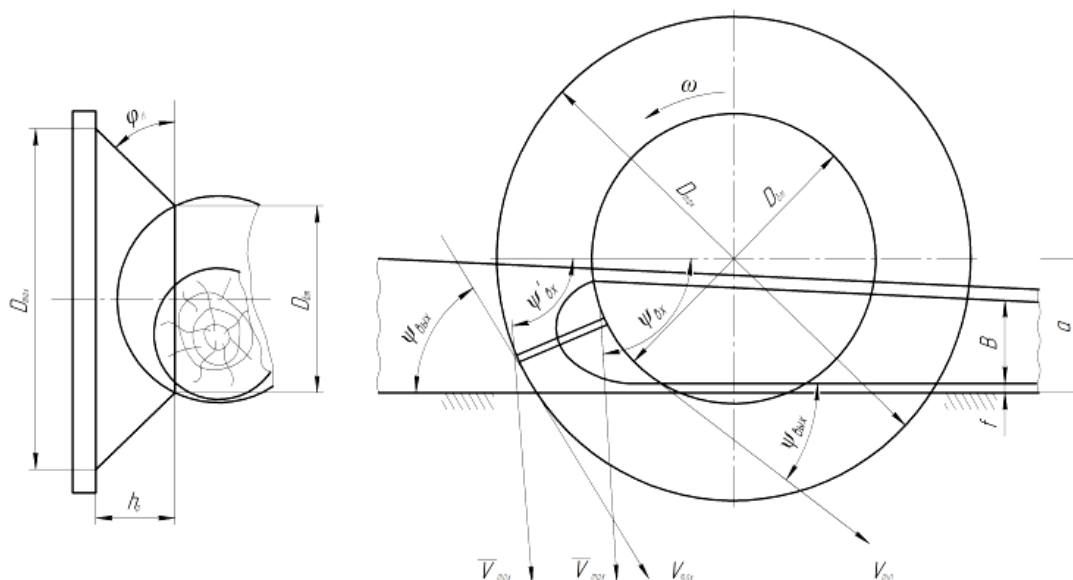


Рис. 4. Параметры фрезерования древесины торцово-коническими фрезами

Процесс затупления складывается из составляющих механического, теплового, химического и электрохимического характера. Затупление происходит наиболее интенсивно, если преобладают процессы механического или теплового характера. При выборе способа упрочнения поверхности резца необходимо учитывать все эти условия.

Существует множество способов создания упрочненного слоя металла из покрытий различного рода: нанесение вакуумных упрочняющих покрытий, упрочнение методом электроискрового легирования, нанесение износостойких покрытий методом катодно-ионной бомбардировки, химико-термическая обработка, газотермическое напыление, гальваностегия, магнито-импульсная обработка, ионно-плазменная обработка, комбинированный методов упрочнения с применением концентрированных потоков энергии, установка твердосплавного элемента, выравнивание алмазным индентером, плакирование, плазменно-детонационная обработка, установка твёрдосплавного элемента и т. д. Рассмотрим способы, которые осуществимы на базе оборудования, используемого в Республике Беларусь.

Нанесения износостойких покрытий методом катодно-ионной бомбардировки
Преимуществом метода катодно-ионной бомбардировки (КИБ) по сравнению с

другими методами получения покрытий, в т. ч. и физическими способами осаждения покрытий из парогазовой фазы, является интенсивная ионная бомбардировка растущего покрытия, в результате которой происходит повышение температуры и интенсификация диффузионных процессов проникновения атомов покрытия в подложку, что значительно улучшает адгезию покрытия к твердым сплавам. Кроме того, сформированные методом КИБ нитриды тугоплавких металлов Ti, Cr, Zr и другие создают фрикционные плотные оксидные пленки, защищающие поверхность ножей инструмента от окисления и, соответственно, интенсивного износа. TiN-, ZrN-покрытия осаждались на поверхность двухлезвийных ножей хвостовых фрез методом КИБ на установке ВУ-1Б «Булат» (рис. 5) на кафедре деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ в два этапа с предварительной обработкой ионами металла в вакууме 10–3 Па при потенциале подложки 1 кВ с последующим нанесением покрытий при токе горения дуги катода 100 А и опорном напряжении 100 В в атмосфере азота при давлении 1–10 Па.



Рис. 5. Установка вакуумная ВУ-1Б

Для получения высокой адгезии покрытия к лезвию ножа варьировалось время ионной очистки и время непосредственного осаждения покрытия. Температура при осаждении покрытия соответствовала 400–450 °С. Толщина полученных покрытий не превышала 1,5 мкм. Упрочненные ионно-плазменными TiN-, ZrN-покрытиями импортные двухлезвийные ножи из WC-Co твердого сплава, применяемые для резания ламинированных ДСтП станками и центрами с ЧПУ (числовым программным управлением), имеют период стойкости в 1,3–1,4 раза больше по сравнению с необработанными ножами.

Комбинированная упрочняющая обработка дереворежущих ножей производилась путем ионно-плазменного напыления нитрида титана толщиной 4 мкм (на вакуумной установке ВУ-1Б) и магнитно-импульсного воздействия с энергией импульса до 6 кДж на магнитно-импульсной установке (рис. 6).

В период проведения опытно-промышленных испытаний применяли древесину с резко отличающейся влажностью (от 5 до 45 %) и наличием абразивных элементов (песка), что отрицательно сказывалось на работоспособности дереворежущего инструмента по сравнению с обработкой чистой и более однородной по влажности древесины. Стойкость же опытных ножей, упрочненных комбинированным методом (нанесение покрытия TiN с последующей магнитно-импульсной обработкой), значительно

превысила стойкость серийных ножей (в 5,9 раз), что говорит о высокой эффективности разработанного комбинированного метода упрочняющей обработки.



Рис. 6. Магнитно-импульсная установка

Применение твёрдого сплава в конструкциях ножей

На правую сборную торцово-коническую фрезу был установлен составной двухлезвийный нож с пластиной металлокерамического твердого сплава ВК15 вольфрамо-кобальтовой группы, а на левую – базовый нож из инструментальной легированной стали 4Х5МФ для обеспечения идентичных условий работы.

Результаты проведенных производственных испытаний подтвердили эффективность практического применения твердого сплава вольфрамо-кобальтовой группы для двухлезвийных ножей со спиральным расположением на фрезах фрезерно-брусующих станков для агрегатной обработки древесины. Следовательно, возможно получение аналогичного положительного результата по увеличению периода стойкости двухлезвийных ножей для фрезерно-брусующих станков (ФБС) при использовании безвольфрамовых твердых сплавов, например, титано-никелевых, карбонитридтитановых, а также литых (стеллитов и сормаитов) или других износостойких композиционных материалов.

Выводы

Проведя анализ литературных источников, патентной документации и известных на данный момент технологий упрочнения поверхности дереворежущих ножей из легированной стали были выбраны направления дальнейшей работы по совершенствованию показателей стойкости лезвийного инструмента в области агрегатной обработки древесины, учитывая технические возможности реализации проведения экспериментальных исследований в лабораториях республики.

Библиографический список

1. Раповец В.В., Гриневич С.А., Бурносков Н.В. Конструкция и расчёты фрезерно-брусующих станков // Труды БГТУ. Минск, 2015. 82 с.
2. ГОСТ 15815–83. Щепа технологическая. Технические условия. Введ. 01.01.85. М.: Гос. комитет СССР по стандартам: Издательство стандартов, 1983. 12 с.

3. Раповец В.В. Комплексная обработка древесины фрезами со спиральным расположением сборных двухлезвийных ножей, обеспечивающая качество продукции и снижение энергозатрат: дисс. ... на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. Минск, 2011. 206 с.
4. Боровиков Е.М., Фефилов Л.А., Шестаков В.В. Лесопиление на агрегатном оборудовании. М.: Лесная пром-сть, 1985. 216 с.
5. Никишов В.Д. Комплексное использование древесины. М.: Лесн. пром-сть, 1985. 264 с.
6. Гришкевич А.А., Гаранин В.Н., Бавбель И.И. Особенности нанесения износостойких покрытий методом катодно-ионной бомбардировки на твердосплавные непортативные пластины // Труды БГТУ. 2013. № 2.
7. Повышение эксплуатационных свойств дереворежущих ножей комбинированным методом нанесения вакуумных упрочняющих покрытий и магнитно-импульсной обработки / А.В. Алифанов, А.С. Демянчик, А.А. Лях, А.М. Милюкова // Литье и металлургия. 2014 № 2. С. 95–100.
8. Раповец В.В. Повышение периода стойкости режущего инструмента фрезерно-брусующих станков при использовании твердого сплава в конструкциях двухлезвийных ножей // Труды БГТУ. Минск. 2014. С. 170–175.

УДК 674.053:621.934

В.Т. Лукаш, С.А. Гриневич
(V.T. Lukash, S.A. Grinevich)
(БГТУ, г. Минск, РБ)

E-mail для связи с авторами: lukash_valeriy@rambler.ru

АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗУБЬЕВ ДИСКОВЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПИЛ С ОБРАБАТЫВАЕМЫМ МАТЕРИАЛОМ

THE ANALYSIS OF INTERACTION OF TEETH CIRCULAR CARBIDE SAWS WITH THE MATERIAL BEING TREATED

Пиление является одним из основных видов механической обработки древесных плитных материалов. Обеспечение качественного раскроя в производстве мебели является актуальной задачей, для решения которой предлагаются новые профили зубьев пил, применяются современные инструментальные материалы, оптимизируются режимы обработки. При этом внедрение каждого нового профиля требует проведения дополнительных исследований с целью разработки для производства рекомендаций по их эксплуатации. Обзор инструмента, применяемого на современных мебельных предприятиях, показал, что для распиловки ламинированных древесно-стружечных плит наибольшее распространение получили дисковые пилы с комбинированными профилями зубьев: попеременно косым, плоско-трапецевидным и плоско-треугольным с вогнутой передней поверхностью. Каждый из них имеет отличительные конструктивные и функциональные особенности, поэтому авторы провели анализ каждого профиля с целью выявления его достоинств и недостатков.

Sawing is one of the main types of mechanical treatment of wood Board materials. Ensuring high-quality cutting in the production of furniture is an urgent task, which offers new profiles of saw teeth, modern tool materials are used, processing re-press optimized. At the same time, the introduction of each new profile requires additional research in order to develop recommendations for their operation. The survey instrument used in the modern furniture companies, showed that for cutting laminated chipboards the most widely circular saw